

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-017438

(43)Date of publication of application : 26.01.1987

(51)Int.Cl.

F16F 7/00

(21)Application number : 60-155167

(71)Applicant : NIPPON KOUKUUKI KAIHATSU
KYOKAI

(22)Date of filing : 16.07.1985

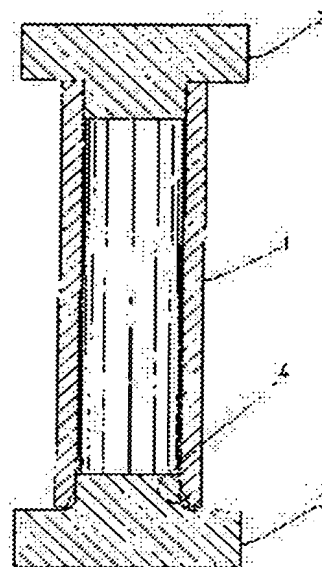
(72)Inventor : HIRAOKA KOICHI
SUGIYAMA YUKIO
ARAKANE OSAMU
TSUCHIYAMA NOBUO
ITO TOSHIHIRO

(54) COMPRESSION ENERGY ABSORBING MEMBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a member of light weight while having a large energy absorbing capacity against a shocking compression load by installing a supporting table on both end parts of a cylindrical resin body in which reinforcing fiber is arranged in the longitudinal and circumferential directions.

CONSTITUTION: A cylindrical body 1 is made of a thermoset resin such as, an epoxy resin, an unsaturated polyester resin, a phenolic resin, etc. or of a thermoplastic resin such as, an ABS resin, a nylon resin, etc., and a reinforcing fiber such as, a carbon fiber, a graphite fiber, a glass fiber, etc. is arranged in its longitudinal and circumferential directions. Supporting tables 2, 3 are installed on both ends of the body 1, and chamfers 4 which triggers the breakage of the body 1 when a shock load is applied, are formed on the inside of the end part of the body 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-17438

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)1月26日

F 16 F 7/00

6581-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 圧縮エネルギー吸収部材

⑯ 特 願 昭60-155167

⑰ 出 願 昭60(1985)7月16日

⑱ 発 明 者 平 岡 康 一 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル内 財
団法人日本航空機開発協会内
⑲ 発 明 者 杉 山 之 男 東京都大田区羽田空港1丁目9番1号 日本航空株式会社
日本航空メンテナンスセンター内
⑲ 発 明 者 荒 金 修 東京都大田区羽田空港1丁目9番1号 日本航空株式会社
日本航空メンテナンスセンター内
⑲ 発 明 者 土 山 信 夫 大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
⑲ 発 明 者 伊 藤 俊 弘 大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
⑳ 出 願 人 財団法人 日本航空機 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル内
開発協会
㉑ 代 理 人 弁理士 田 淵 俊 光 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

圧縮エネルギー吸収部材

2. 特許請求の範囲

側面と補強繊維との複合材料からなる円筒状の本体と、前記本体の両端部に装着した支持台とを有し、かつ前記補強繊維は、前記本体の長手方向と円周方向の2方向に配列されていることを特徴とする圧縮エネルギー吸収部材。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

この発明は圧縮エネルギー吸収部材に関し、さらに詳しくは、特に航空機の座席等における衝撃吸収体として好適な部材に関する。

従来の技術

たとえば、航空機が着陸に失敗したような場合、発生する衝撃エネルギーの多くは機体や降着装置等で吸収される。しかしながら、乗員や乗客にもかなりの衝撃が加わる。ときには、9Gを超えることさえある。したがって、そのような衝撃エネ

ルギーを座席で吸収することができれば、乗客の安全は大きく向上する。圧縮エネルギー吸収部材は、そのような衝撃エネルギーを吸収する部材として使用されるものである。

航空機における衝撃エネルギー吸収部材としては、1985年2月12日～14日に米国において開催されたAEROSPACE ENGINEERING CONFERENCE AND SHOWで発表されたものが知られている。この部材は、側面と炭素繊維との複合材料からなる円筒状の本体を有し、かつフィラメントワインディング法によって上記炭素繊維を本体の長手方向に対して±60°の2方向に配列したもので、これを座席の枠体の対角部材として用いて座席に加わる衝撃エネルギーを吸収しようとするものである。この部材は、従来多用されているアルミニウム合金等の金属にくらべて比強度、比弾性率の大きい、樹脂と炭素繊維との複合材料を使用しているから、軽量であり、他の輸送手段にくらべて軽量化効果が格段に大きい航空機の部材として好適なもので

ある。しかしながら、軽量化効果を促しつつ衝撃エネルギー吸収能をより一層向上させようとする、以下において説明するような問題がでてくる。

すなわち、従来の部材は、上述したように炭素繊維を本体の長手方向に対して $\pm 60^\circ$ の2方向に配列している。すなわち、本体の長手方向に延びる炭素繊維は存在しない。そのため、長手方向における圧縮強度がそれほど高くない。したがって、これを圧縮エネルギー吸収部材として使用しても、そのエネルギー吸収量に対応するクラッシュ荷重（押しつぶし荷重）がそう高くない。このことは、吸収能を一層向上させようとした場合、クラッシュストロークをより長くするか、肉厚をより厚くして本体の大径化を図らなければならないことを意味している。しかしながら、そうすると軽量化効果が減殺されてしまう。

発明が解決しようとする問題点

この発明の目的は、従来の部材の上記欠点を解決し、より軽量で、かつ衝撃的な圧縮負荷に対してエネルギー吸収能の大きい部材を提供するにあ

る。

問題点を解決するための手段

上記目的を達成するためのこの発明は、樹脂と補強繊維との複合材料からなる円筒状の本体と、前記本体の両端部に装着した支持台とを有し、かつ前記補強繊維は、前記本体の長手方向と円周方向の2方向に配列されている圧縮エネルギー吸収部材を特徴とするものである。

作用

部材に、その長手方向の圧縮による衝撃負荷が加わった場合、その衝撃によって完全に破壊に至るまでに部材が吸収する歪エネルギーの量は、部材を構成している材料の塑性変形後の挙動によって左右される。したがって、金属のように塑性変形せず、意図に破壊する、つまり脆性破壊する、樹脂と繊維との複合材料を使用すると、エネルギー吸収量が大きく低下してしまうことが予想されるが、この発明においては、本体の長手方向と円周方向の2方向に配列されている補強繊維が、互いに共同して、衝撃時における本体の局部座屈や

オイラー座屈を防止し、脆性破壊を促すことなく局部から順次破壊を持続、進行させる。これにより、衝撃エネルギー吸収能が著しく向上する。

実施例

この発明を実施例に基いてさらに詳細に説明するに、第1図において、圧縮エネルギー吸収部材は、その長手方向の圧縮による衝撃負荷が加わった場合に生ずる衝撃エネルギーを吸収する、樹脂と補強繊維との複合材料からなる円筒状の本体1と、この本体1の一端部で、かつ本体1の内周に嵌合された支持台2と、本体1の他端部で、かつやはり内側に、しかも本体1との間にわずかに隙間ができるように嵌合された支持台3とを有している。本体1の他端部内側には、たとえば図取りによるチャンファ4が付けられ、また支持台3には、上記チャンファ4に対応して歯車が付けられている。もっとも、本体がチャンファを有する場合には必ずしもこの歯車を付けなくてよい。チャンファ4は、部材に本体1の長手方向の圧縮による衝撃負荷が加わったときに、本体1の破壊の、

いわゆる引き金となるものである。つまり、トリガーであるわけで、本体1は支持台3側から順次破壊してゆく。また、本体1と支持台2、3とは、たとえばリベットや接着により、あるいはこれらの併用により一体に結合されている。しかしながら、この結合は、通常の使用状態においては破壊しないが、圧縮による衝撃負荷が加わると破壊する。

上記本体は、上述したように、樹脂と補強繊維との複合材料からなっている。樹脂は、複合材料の、いわゆるマトリクスを形成するもので、通常、たとえばエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂などの熱硬化性樹脂が使われる。しかしながら、ABS樹脂、ナイロン樹脂、ポリカーボネイト樹脂などの熱可塑性樹脂を使用することも可能である。また、補強繊維は、たとえば炭素繊維、炭素繊維、有機高強度繊維（たとえば、ポリアラミド繊維）、ガラス繊維、アルミナ繊維、アルミナ-シリカ繊維、ボロン繊維、シリコンカーバイド繊維などの高強度、

高弾性繊維である。なかでも、比較的高強度、高弾性であり、かつ低比重であるために本体の比強度をより高くできる炭素繊維、炭素繊維、有機高弾性繊維が好ましい。もっとも、これら補強繊維の少なくとも2種を併用することもできる。補強繊維は、形態的にはストランド(マルチフィラメント)が織物である。織物の場合、交絡部における経糸と緯糸の屈曲(クリンプ)が比較的少なく、かつ組織が安定している平織物であるのが最も好ましいが、他の組織の織物、たとえば朱子織物や綾織物であってもよい。しかして、これら補強繊維は、本体中に40~75体積%、好ましくは50~65体積%含まれている。

最も重要なのは、これら補強繊維の配列方向である。すなわち、補強繊維は、本体の長手方向と円周方向の2方向に配列されている。というのも、複合材料はその特性が補強繊維の方向に大きく左右される、いわゆる異方性が極めて大きい材料である。したがって、補強繊維が長手方向にのみ配列されていると、円周方向は側面のみとなり、長

手方向の圧縮による衝撃負荷が加わったときに本体が一気に破壊してしまい、一定の荷重を保持することができなくなって衝撃エネルギー吸収能がほとんど得られない。また、逆に、円周方向にのみ補強繊維を配列すると、こんどは長手方向が側面のみになってしまい、やはり吸収能がほとんど得られなくなってしまう。このように、補強繊維を本体の長手方向と円周方向の2方向に配列しておくことは大変重要なことである。もっとも、この発明は、これらの方向に加えて、さらに、たとえば $\pm 45^\circ$ の2方向に補強繊維が配列されていてもよいものである。なお、補強繊維は、本体の長手方向および円周方向にそれぞれ正しく配列されているのが最も好ましいが、 $\pm 5^\circ$ 程度までの方向のずれは許容し得る。

この点をさらに詳細に説明するに、補強繊維の配列方向としては、この発明のように本体の長手方向と円周方向の2方向、つまり 0° と 90° の2方向や、 $\pm 45^\circ$ の2方向、 $\pm 60^\circ$ の2方向等が考えられるが、クラッシュ荷重は、本体の長

手方向における圧縮強度に依存し、圧縮強度が高くなるにしたがって、クラッシュ荷重、つまり圧縮エネルギー吸収能も高くなる。しかるに、補強繊維を 0° と 90° の2方向に配列したものは、 $\pm 45^\circ$ や $\pm 60^\circ$ の2方向に配列したものにくらべて長手方向の圧縮強度が4倍程度も高い。つまり、それほど衝撃エネルギー吸収能が高くなるわけである。

このように、補強繊維は本体の長手方向と円周方向の2方向に延在しているが、長手方向の補強繊維量を増やしても、クラッシュ時のピーク荷重が大きくなるだけで、衝撃エネルギーの吸収能に対応するクラッシュ荷重は大きくならない。逆に、円周方向の補強繊維量を増やすとクラッシュ荷重が小さくなる。したがって、長手方向と円周方向の補強繊維量は互いに等しく、またはほぼ等しくしておくのが最も好ましい。

上述したような本体は、補強繊維を互いに並行かつシート状に引き揃え、側面を含浸した、いわゆる一方向性プリプレグや、補強繊維の織物に側

面を含浸した、いわゆる織物プリプレグを使用し、それらプリプレグを、マンドレルに、補強繊維がマンドレルの長手方向と円周方向を向くように所望の回数巻き付け、加熱、加圧して成形することによって得ることができる。なお、一方向性プリプレグを使用して成形する場合は、円周方向の層が本体の最外層になるようにするのが好ましい。最も好ましいのは、最内層と最外層を円周方向の補強繊維とし、それらの間を長手方向の補強繊維の層とした、いわゆるサンドイッチ構成を成ることである。というのも、一方向性プリプレグは織物プリプレグのように補強繊維が交絡していないので、最外層に長手方向の補強繊維を配列すると、破壊過程で補強繊維間に生じた亀裂が伝播しやすくなるからである。この点、織物プリプレグを使用すると、織物は経糸と緯糸が交絡しているがゆえに上述したような亀裂の伝播の心配がなく、またクラッシュ時の荷重変動を小さくできるので有利である。また、たとえば経糸をマンドレルの長手方向に向ければ緯糸が必然的に円周方向を向く

ことになるから、成形も容易である。

本体に嵌合される支持台は、表面硬度が比較的高い、たとえば金属と補強繊維との複合材料や、ステンレス鋼、ニッケル・クロム鋼、ニッケル・クロム・モリブデン鋼などで作られている。なかでも、比強度が大きく、軽量化が可能な金属と補強繊維との複合材料、とりわけ金属としてアルミニウム合金を使用したものが最も好ましい。その場合、本体が接する面にメッキ等によりクロムを被覆し、その面の硬度を向上させておくのが好ましい。

支持台は、本体に衝撃負荷を伝え、本体が端部から順次破壊してゆくための面を与える。そのため、本体の外径よりも大きく作られている。

さて、上述した部材は、それに長手方向の圧縮負荷が加わったとき、まず本体1と支持台2、3との結合が破壊し、本体1が支持台3の面と接し、チャンファ4がトリガーとなってその端部から順次破壊してゆく。第2図は、そのときの本体1の変位（圧縮の量） δ (mm)と圧縮荷重 P (K α)

との一般的な関係を示すものである。第2図において、 P_p はピーク荷重であり、 P_c はクラッシュ荷重である。吸収エネルギーは曲線下の面積で表わされるが、実際のエネルギー吸収効果は、破壊開始後、つまりピーク荷重が得られた後の挙動に左右される。すなわち、クラッシュ荷重が重要なのであり、クラッシュ荷重が一定のレベルで推移する破壊が最もよい破壊モードである。なお、エネルギー吸収効果は、クラッシュ荷重を本体の横断面積および比強度で割った値、すなわち比吸収エネルギーで比較される。

次に、本体の破壊の引き金となるトリガーに関して他の例を説明する。もっとも、この発明においては、トリガーを備えることが必須であるわけではない。しかしながら、トリガーを設けておくことによって破壊の不安定性を防止できるので好ましい。

第3図に示すものは、上記第1図に示したチャンファ4を本体1の厚み全体にわたって付けたものである。いわゆる、フルチャンファである。

第4図に示すものは、第1図に示したものに於いて本体1にはチャンファを設けず、本体1が負荷状態で支持台3の曲率部に乗り上げ、内面から押し上げられるようにして破壊が進行するようにしたものである。この場合、曲率は、本体の大きさにもよるが、通常、半径5mm以下でよい。

第5図および第6図に示すものは、第4図に示したもののにおいて、本体1の、支持台の曲率部と接触する端部に切込み5を設け、この切込み5をトリガーとしたものである。

さらに、上述したような本体にピーク荷重を若干超える長手方向の圧縮負荷を加え、その後負荷を取り除いて端部をあらかじめクラッシュさせておくと、ピーク荷重とクラッシュ荷重をほぼ等しくすることも可能になる。その場合、破壊モードとしては理想的であるが、製造工程はひとつ増えることになる。

発明の効果

この発明は、本体における補強繊維が、本体の長手方向と円周方向の2方向に配列されているか

らして、圧縮強度が高く、また脆性破壊を防止することができて、長手方向の圧縮負荷によるエネルギーの大きな吸収能が得られる。そればかりか、本体が、比強度の高い、金属と補強繊維との複合材料であるから軽量化ができる。

第7図は、第1図で説明した部材について試験した変位—荷重特性を示すグラフである。ただし、本体は、エポキシ樹脂と、経方向と緯方向の繊維密度が互いに等しい炭素繊維平織物との複合材料からなり、その経糸が長手方向になるように、したがって緯糸が円周方向になるように配列されている。また、本体の内径は20mmで、厚みは1.65mmである。本体端部のチャンファは、本体内面から0.95mmまでの部分に角度30°で付けられ、一方支持台には半径1mmの曲率が付けられている。支持台はステンレス鋼製である。また、試験時における圧縮負荷の印加速度は1mm/分である。この第7図から、この発明の圧縮エネルギー部材は、ピーク荷重とクラッシュ荷重がほとんど等しく、理想的な破壊モードを示すこ

とがわかる。もっとも、この試験は衝撃負荷によるものではない。しかしながら、衝撃負荷に対しても同様の減速モードが得られる。

この発明の圧縮エネルギー吸収部材は、航空機や自動車等、とりわけ軽量化効果が格段に大きい航空機の、たとえば座席の衝撃吸収体として好適である。また、たとえばエレベータの落下時における衝撃吸収体として使用したり、鉄道車両等の衝突時における衝撃吸収体として使用することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の圧縮エネルギー吸収部材の一例を示す概略側断面図、第2図はこの発明の部材の一般的な変位-荷重特性を示すグラフ、第3図は上記第1図に示したものと異なる本体をその要部について示す一部破断概略側断面図、第4図は上記第1図に示したものと異なる本体および支持台の組み合せを示す一部破断概略側断面図、第5図および第6図は上記第1図、第3図および第4図に示したものと異なる本体をその要部につ

いて示す概略側断面図、第7図はこの発明の部材を試験して得られた変位-荷重特性を示すグラフである。

- 1：樹脂と補強繊維との複合材料からなる本体
- 2：支持台
- 3：支持台
- 4：チャンファ
- 5：切込み

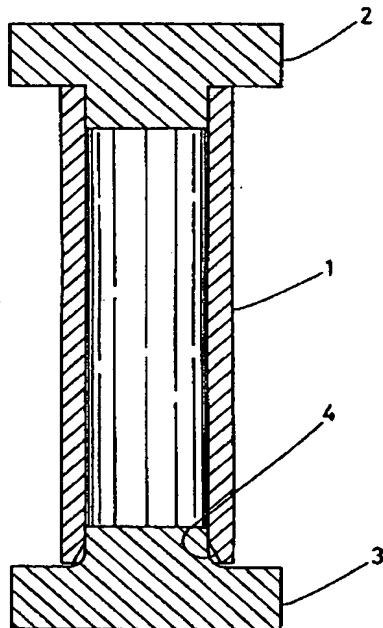
特許出願人 財団法人日本航空機開発協会

代理人 弁理士 田 岡 俊 光

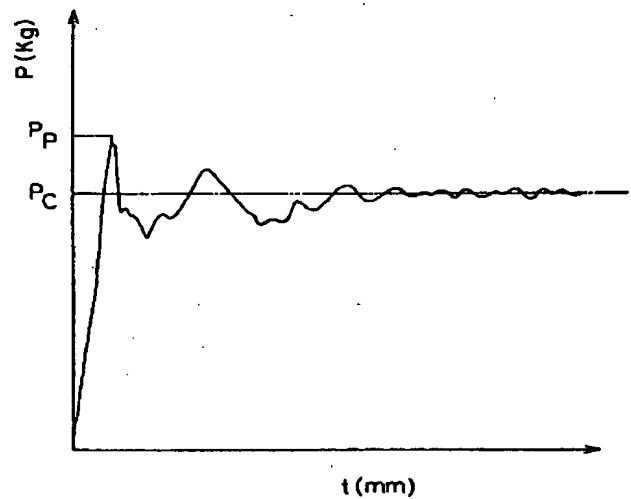
(他1名)



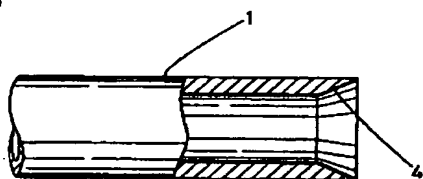
第1図



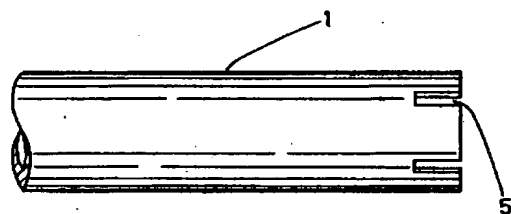
第2図



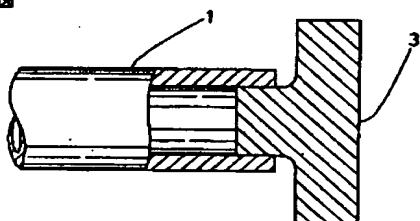
第 3 図



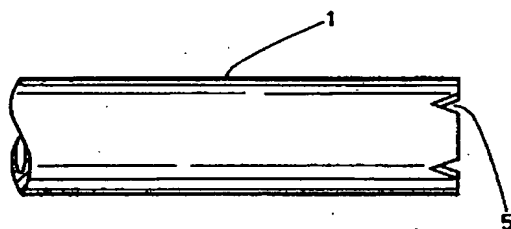
第 5 図



第 4 図



第 6 図



第 7 図

